



①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫

# **Offenlegungsschrift DE 197 14 853 A 1**

⑩

⑤ Int. Cl. 6:  
**F 16 H 61/04**  
F 16 H 61/10  
B 60 K 41/06

⑳ Aktenzeichen: 197 14 853.0  
㉑ Anmeldetag: 10. 4. 97  
㉒ Offenlegungstag: 15. 10. 98

**DE 197 14 853 A 1**

⑦① Anmelder:  
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

⑦② Erfinder:  
Popp, Christian, 88079 Kressbronn, DE; Rosi,  
Hansjörg, 88074 Meckenbeuren, DE; Tenbrock,  
Friedrich, 88085 Langenargen, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 36 25 156 C2  
DE 43 11 866 A1  
DE 42 40 621 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Erhöhung der Spontanität eines Automatgetriebes

⑤⑦ Für ein Automatgetriebe, dessen Schaltungen als Überschneidungsschaltungen ausgeführt sind, wird ein Verfahren zur Erhöhung der Spontanität vorgeschlagen. Hierbei wird eine Rückschaltung von einer ersten in eine zweite Übersetzungsstufe nicht vollständig beendet und ein Wechsel zu einer Hochschaltung in die erste Übersetzungsstufe zurück ausgeführt, wenn ein Abbruchkriterium erkannt wird.

**DE 197 14 853 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Spontanität eines elektro-hydraulisch gesteuerten Automatgetriebes, bei dem eine Schaltung ausgeführt wird, indem während eine erste Kupplung öffnet, eine zweite Kupplung schließt.

Bei Automatgetrieben können die Schaltungen als Überschneidungsschaltungen, d. h., während eine erste Kupplung öffnet, schließt eine zweite Kupplung, ausgeführt sein. Der Druckverlauf der an der Schaltung beteiligten Kupplungen wird über elektromagnetische Stellglieder von einer elektronischen Getriebesteuerung bestimmt. Ein derartiges Steuerungs- und Regelverfahren ist z. B. aus der DE-OS 42 40 621 bekannt.

Üblicherweise werden Schaltungen des Automatgetriebes ausgelöst, wenn ein von einem Fahrer vorgegebener Leistungswunsch, z. B. Drosselklappenstellung, eine Hochschalt- bzw. Rückschaltkennlinie eines Schaltkennfeldes überschreitet. Neben diesen mittels Fahrpedal ausgelösten Schaltungen hat ein Fahrer auch die Möglichkeit, zu jedem beliebigen Zeitpunkt manuelle Schaltungen auszulösen. So zeigt z. B. die DE-OS 43 11 886 eine Vorrichtung, durch die ein Fahrer mittels eines Wählhebels mit einer manuellen Gasse bzw. Schaltwippen am Lenkrad Schaltungen auslösen kann. In der Praxis tritt nun insbesondere bei Rückschaltung mit einer anschließenden Hochschaltung das Problem auf, daß zwischen Leistungswunsch des Fahrers und entsprechendem Beschleunigungsvermögen über die eingestellte Übersetzungsstufe des Automatgetriebes eine starke Abweichung auftritt. Ein typisches Beispiel aus der Praxis hierfür ist, wenn ein Fahrer beabsichtigt, ein weiteres Fahrzeug zu überholen. Zu Beginn des Überholvorganges wird er das Fahrpedal betätigen, so daß das Automatgetriebe eine Rückschaltung ausführt. Erkennt nun der Fahrer, daß er den Überholvorgang aufgrund des Gegenverkehrs abbrechen muß, so wird er das Fahrpedal freigeben. Das Automatgetriebe wird zuerst die Rückschaltung vollständig ausführen, dann vergeht eine Sperrzeit und erst dann erfolgt die Hochschaltung. Dieser zeitliche Versatz zwischen Leistungswunsch des Fahrers und Reaktion des Automatgetriebes hierauf wird von einem Fahrer als unangenehm empfunden.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe besteht nun darin, die Spontanität eines Automatgetriebes zu verbessern.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem während einer Rückschaltung von einer ersten in eine zweite Übersetzungsstufe diese nicht vollständig beendet wird und ein Wechsel zu einer Hochschaltung in die erste Übersetzungsstufe erfolgt, wenn ein Abbruchkriterium erkannt wird. Das Abbruchkriterium liegt mit Erkennen einer von einem Fahrer vorgebbaren Anforderung zu einer Hochschaltung vor.

Die erfindungsgemäße Lösung bietet den Vorteil, daß für den zuvor beschriebenen Fall aus der Praxis das tatsächliche Verhalten des Getriebes enger an den Leistungswunsch des Fahrers gekoppelt ist. Die Rückschaltung wird nicht vollständig ausgeführt, sondern wird unmittelbar, nachdem der Fahrer über sein Verhalten dies signalisiert, abgebrochen. Gegenüber dem Stand der Technik wirkt das Automatgetriebe somit spontaner.

In einer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß während der Rückschaltung von der ersten in die zweite Übersetzungsstufe bei Erfülltein des Abbruchkriteriums zusätzlich eine Zulässigkeit geprüft wird. Die Zulässigkeit ist dann erfüllt, wenn sich der aktuelle Getriebeeingangsdrehzahlwert innerhalb eines Drehzahlbereiches befinden. Der Drehzahlbereich wird hierbei über einen ersten und ei-

nen zweiten Grenzwert definiert, wobei der erste Grenzwert eine Funktion des Synchrondrehzahlwertes der ersten Übersetzungsstufe bzw. der zweite Grenzwert eine Funktion des Synchrondrehzahlwertes der zweiten Übersetzungsstufe darstellt. In einer weiteren Ausgestaltung wird vorgeschlagen, daß zusätzlich geprüft wird, ob der Verlauf des Gradienten der Getriebeeingangsdrehzahl innerhalb eines vorgegebenen Drehzahlbandes liegt.

Diese beiden erfindungsgemäßen Ausgestaltungen bieten den Vorteil, daß zusätzlich geprüft wird, ob der Ablauf der Schaltung stabil ist. Sicherheitskritische Zwischenzustände werden somit rechtzeitig dedektiert.

In einer weiteren Ausgestaltung wird vorgeschlagen, daß bei Ausgabe des Schaltbefehls für die erste Kupplung eine Zeitstufe gestartet wird. Diese Zeitstufe läuft bis zu einer maximalen Zeit, wobei jedem Wert der Zeitstufe eine Reduktionszeit zugeordnet ist. In Ausgestaltung hierzu wird vorgeschlagen, daß eine Schnellfüllzeit der bei der Hochschaltung jetzt wieder zuschaltenden ersten Kupplung in Abhängigkeit der Reduktionszeit verändert wird. Durch diese Ausgestaltung wird dem Umstand Rechnung getragen, daß bei einer schnellen Abfolge einer Rückschaltung mit anschließender Hochschaltung die abschaltende bzw. bei der Hochschaltung wieder zuschaltende erste Kupplung noch teilweise gefüllt ist. Über die variable Schnellfüllzeit wird somit erreicht, daß die eben nur teilweise entleerte erste Kupplung bei der Hochschaltung ohne Schaltruck komfortabel schließt.

In den Zeichnungen ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 ein System-Schaubild;

Fig. 2 eine Tabelle der Kupplungslogik;

Fig. 3 ein Zeit-Diagramm für ein erstes Beispiel und

Fig. 4 ein Zeit-Diagramm für ein zweites Beispiel.

Fig. 1 zeigt ein System-Schaubild eines Automatgetriebes. Dieses besteht aus dem eigentlichen mechanischen Teil, einem hydrodynamischen Wandler 3, einem hydraulischen Steuergerät 21 und einer elektronischen Getriebesteuerung 13. Angetrieben wird das Automatgetriebe von einer Antriebseinheit 1, vorzugsweise Brennkraftmaschine, über eine Antriebswelle 2. Dieses ist mit dem Pumpenrad 4 des hydrodynamischen Wandlers 3 drehfest verbunden. Bekanntermaßen besteht der hydrodynamische Wandler 3 aus einem Pumpenrad 4, einem Turbinenrad 5 und einem Leitrad 6. Parallel zum hydrodynamischen Wandler 3 ist eine Wandlerkupplung 7 angeordnet. Die Wandlerkupplung 7 und das Turbinenrad 5 führen auf eine Turbinenwelle 8. Bei betätigter Wandlerkupplung 7 hat die Turbinenwelle 8 die gleiche Drehzahl wie die Antriebswelle 2. Der mechanische Teil des Automatgetriebes besteht aus Kupplungen und Bremsen A bis G, einem Freilauf 10 (FL1), einem Ravignaux-Satz 9 und einem nachgeordneten Planetenradsatz 11. Der Abtrieb geschieht über eine Getriebeausgangswelle 12. Diese führt auf ein nicht dargestelltes Differential, welches über zwei Achshalbwellen die Antriebsräder eines nicht dargestellten Fahrzeuges antreiben. Über eine entsprechende Kupplungs-/Brems-Kombination wird eine Gangstufe festgelegt. Die Zuordnung der Kupplungslogik zur Gangstufe ist aus der Fig. 2 ersichtlich. So wird z. B. bei einer Rückschaltung aus dem vierten in den dritten Gang die Bremse C geschlossen und die Kupplung E deaktiviert. Wie weiter aus der Tabelle 2 ersichtlich ist, sind die Schaltungen von der zweiten bis zur fünften Übersetzungsstufe jeweils als Überschneidungsschaltungen ausgeführt. Da der mechanische Teil für das weitere Verständnis der Erfindung nicht relevant ist, wird auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet.

Die elektronische Getriebesteuerung 13 wählt in Abhän-

gigkeit der Eingangsgrößen 18 bis 20 eine entsprechende Fahrstufe aus. Über das hydraulische Steuergerät 21, in dem sich elektro-magnetische Stellglieder befinden, aktiviert sodann die elektronische Getriebesteuerung 13 eine entsprechende Kupplungs-/Brems-Kombination. Während der Schaltübergänge bestimmt die elektronische Getriebesteuerung 13 den Druckverlauf der an der Schaltung beteiligten Kupplungen/Bremsen. Von der elektronischen Getriebesteuerung 13 sind in stark vereinfachter Form als Blöcke dargestellt:

Micro-Controller 14, Speicher 15, Funktionsblock Steuerung Stellglieder 16 und Funktionsblock Berechnung 17. Im Speicher 15 sind die getrieberelevanten Daten abgelegt. Getrieberelevante Daten sind z. B. Programme und fahrzeugspezifische Kennwerte als auch Diagnosedaten. Üblicherweise ist der Speicher 15 als EPROM, EEPROM oder als gepufferter RAM ausgeführt. Im Funktionsblock Berechnung 17 werden die für einen Schaltungsverlauf relevanten Daten berechnet. Der Funktionsblock Steuerung Stellglieder 16 dient der Ansteuerung der sich im hydraulischen Steuergerät 21 befindenden Stellglieder.

Der elektronischen Getriebesteuerung 13 werden Eingangsgrößen 20 zugeführt. Eingangsgrößen 20 sind z. B. eine den Leistungswunsch des Fahrers repräsentierende Größe, wie etwa die Fahrpedal-/Drosselklappenstellung oder manuelle Schaltungsanforderungen, das Signal des von der Brennkraftmaschine abgegebenen Moments, die Drehzahl bzw. Temperatur der Brennkraftmaschine usw. Üblicherweise werden die Brennkraftmaschinen-spezifischen Daten von einem Motorsteuergerät bereitgestellt. Dieses ist in Fig. 1 nicht dargestellt. Als weitere Eingangsgrößen erhält die elektronische Getriebesteuerung 13 die Drehzahl der Turbinenwelle 18 und der Getriebeausgangswelle 19.

Fig. 3 besteht aus den Teil-Fig. 3A bis 3E. Dargestellt ist eine Rückschaltung im Zug, gefolgt von einer Hochschaltung im Schub. Die Unterscheidung Zug/Schub wird üblicherweise anhand eines Kennfeldes getroffen, wie es z. B. aus der DE-OS 44 17 477 bekannt ist oder anhand des Getriebeeingangsmomentes. Die Fig. 3A bis 3E zeigen jeweils über der Zeit: die den Leistungswunsch des Fahrers repräsentierende Größe DKI, Schaltbefehl SB, Getriebeeingangsdrehzahlverlauf  $nT$ , Druckverlauf der ersten Kupplung  $pK1$  und Druckverlauf der zweiten Kupplung  $pK2$ . Die den Fahrerwunsch repräsentierende Größe DKI kann z. B. aus dem Fahrpedalwert, Drosselklappenwert oder aus manuell angeforderten Rückschaltungen, z. B. mittels Wählhebel oder Schaltwippe, bestimmt werden.

In den Fig. 3B bis 3E sind jeweils zwei Fallbeispiele dargestellt, wobei die zeitlichen Verläufe gemäß dem Stand der Technik als gestrichelte Linien und die Verläufe gemäß der Erfindung als durchgezogene Linien dargestellt sind. Der Verlauf gemäß dem Stand der Technik entspricht in Fig. 3C dem Kurvenzug mit den Punkten A, B, C, D und E. In Fig. 3D entspricht der Verlauf gemäß dem Stand der Technik dem Kurvenzug mit den Punkten H, K, L, M und N. In Fig. 3E entspricht der Verlauf gemäß dem Stand der Technik dem Kurvenzug mit den Punkten Q, R, S, T und U.

In Fig. 3C ist eine Lösung gemäß der Erfindung mit dem Kurvenzug und den Punkten A, B, F und G dargestellt. In der Fig. 3D ist ein Kurvenzug gemäß der Erfindung mit den Punkten H, I, O, P und N dargestellt. In Fig. 3E ist ein Kurvenzug gemäß der Erfindung mit den Punkten Q, R und V dargestellt.

Bei der Erläuterung der beiden folgenden Beispiele wird davon ausgegangen, daß ein Fahrer hinter einem zweiten Fahrzeug fährt und beabsichtigt, dieses zu überholen. Der Fahrer wird den Überholvorgang einleiten, indem er z. B. das Fahrpedal sehr stark betätigt. Es wird davon ausgegan-

gen, daß der Leistungswunsch des Fahrers eine Rückschaltkennlinie überschreitet, so daß das Automatgetriebe eine Rückschaltung, z. B. vom fünften in den vierten Gang, ausführt. Erkennt nun der Fahrer, daß er zuerst den Gegenverkehr passieren lassen muß, so wird er unmittelbar das Fahrpedal freigeben. Als Reaktion hierauf wird eine Hochschaltung von der vierten in die fünfte Übersetzungsstufe ausgeführt.

Im ersten Beispiel wird ein Verlauf gemäß dem Stand der Technik beschrieben. Zum Zeitpunkt  $t1$  leitet der Fahrer den Überholvorgang ein. In Fig. 3A überschreitet der DKI-Wert den Wert einer Rückschaltkennlinie. Als Folge hierauf wird die elektronische Getriebesteuerung einen Rückschaltbefehl ausgeben, d. h. in Fig. 3B ändert sich der Signalpegel von Eins nach Null. Durch Ausgabe des Schaltbefehls wird das Druckniveau der ersten Kupplung  $pK1$  von einem ersten, entsprechend dem Punkt H, auf ein zweites Niveau reduziert. Hierdurch verändert sich der Verlauf der Getriebeeingangsdrehzahl  $nT$  im Punkt A. Ebenfalls zum Zeitpunkt  $t1$  wird die zweite Kupplung mit einem Schnellfülldruck, das Druckniveau entspricht hierbei dem Punkt Q, bis zum Zeitpunkt  $t2$  beaufschlagt. Im Zeitraum  $t2$  bis  $t3$  läuft die Füllausgleichsphase der zweiten Kupplung K2. Zum Zeitpunkt  $t3$  unterschreitet der DKI-Wert die Hochschaltkennlinie. Gemäß dem Stand der Technik wird aber zuerst die Rückschaltung vollständig beendet. Zum Zeitpunkt  $t4$  wird das Druckniveau der zweiten Kupplung bis zum Zeitpunkt  $t5$  erhöht, Druckniveau entsprechend dem Punkt S. Zum Zeitpunkt  $t5$  erreicht die Getriebeeingangsdrehzahl  $nT$  den Synchrondrehzahlwert  $nT(i2)$  der zweiten Übersetzungsstufe  $i2$ . Dies entspricht in Fig. 3G dem Punkt C. Die Rückschaltung von der ersten in die zweite Übersetzungsstufe ist somit beendet. Danach folgt im Zeitraum  $t5$  bis  $t8$  eine Sperrzeit. Die Sperrzeit ist deswegen notwendig, weil gewährleistet sein muß, daß die beim Rückschaltvorgang abschaltende erste Kupplung K1 vollständig entleert ist. Ist dies nicht der Fall, so macht sich die Schnellfüllung der bei der Hochschaltung jetzt wieder zuschaltenden ersten Kupplung K1 negativ in Form eines Schaltrucks bemerkbar. Zum Zeitpunkt  $t8$  wird sodann die elektronische Getriebesteuerung den Hochschaltbefehl ausgeben. Hierdurch ändert sich in Fig. 3B der Signalverlauf von Null nach Eins. Im Zeitraum  $t5$  bis  $t8$  läuft die zuvor beschriebene Sperrzeit. Zum Zeitpunkt  $t8$  wird die erste Kupplung bis zum Zeitpunkt  $t9$ , gemäß Fig. 3D, mit Schnellfülldruck beaufschlagt. Zeitgleich wird die zweite Kupplung K2 abgeschaltet, so daß das Druckniveau vom Punkt T sich auf das Druckniveau vom Punkt U verringert. Wie aus Fig. 3A ersichtlich ist, ist der DKI-Wert immer noch bei Null, d. h., die Hochschaltung wird als Schub-Hochschaltung ausgeführt. Im Zeitraum  $t9$  bis  $t10$  läuft für die erste Kupplung die Füllausgleichsphase, gefolgt von einer Rampe und vom Übergang auf Normaldruck, Punkt N. Im Zeitpunkt  $t11$  hat die Getriebeeingangsdrehzahl  $nT$  den Synchronpunkt  $nT(i1)$  der ersten Übersetzungsstufe  $i1$ , entsprechend Fig. 3C Punkt E, erreicht. Die Hochschaltung ist somit beendet.

Das zweite Beispiel zeigt eine Lösung gemäß der Erfindung. Der Kurvenverlauf im Zeitraum  $t1$  bis  $t3$  ist hierbei mit dem ersten Beispiel identisch. Zum Zeitpunkt  $t3$  gibt die elektronische Getriebesteuerung den Rückschaltbefehl aus. In Fig. 3B ändert sich der Signalpegel von Null nach Eins. Als Folge hiervon wird das Druckniveau der ersten Kupplung  $pK1$  vom Druckniveau des Punktes I auf das Druckniveau des Punktes O verringert. Das Druckniveau der zweiten Kupplung  $pK2$  wird ebenfalls zum Zeitpunkt  $t3$  vom Niveau des Punktes R auf das Druckniveau des Punktes V verringert. Aufgrund des freigegebenen Fahrpedals und der geöffneten Kupplungen wird sich die Getriebeeingangsdreh-

zahl  $nT$  gemäß dem Kurvenzug BF verändern, d. h., die Brennkraftmaschine läuft lastlos hoch. Im Punkt F wird die Getriebeeingangsdrehzahl  $nT$  ihren Maximalwert erreichen. Zum Zeitpunkt  $t6$  wird das Druckniveau der ersten Kupplung im Punkt O bis zum Zeitpunkt  $t7$  rampenförmig erhöht. Zum Zeitpunkt  $t7$  wird das Druckniveau der ersten Kupplung entsprechend dem Druckniveau des Punktes P erhöht, so daß die erste Kupplung K1 am Synchronpunkt  $nT(i1)$  der ersten Übersetzungsstufe  $i1$  die Last sicher übernehmen kann. Der Synchronpunkt entspricht hierbei dem Punkt G in Fig. 3C. Die Schaltung ist bei  $t7$  beendet.

Die erfindungsgemäße Lösung bietet somit gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, daß die Zug-Rückschaltung und anschließende Schub-Hochschaltung bereits vor dem Zeitpunkt  $t11$ , nämlich zum Zeitpunkt  $t7$ , beendet ist. Der Zeitraum  $t7$  bis  $t11$  ist somit als Zeitvorteil gegenüber dem Stand der Technik zu sehen. Da die Reaktion des Automatgetriebes auf den Leistungswunsch des Fahrers zu einem früheren Zeitpunkt erfolgt, wirkt das Automatgetriebe spontaner.

In Fig. 4, bestehend aus den Teil-Fig. 4A bis 4E, ist eine zweite Schaltung dargestellt, bestehend aus einer Zug-Rückschaltung, gefolgt von einer Schub-Rückschaltung und einer Schub-Hochschaltung. Ein Anwendungsfall aus der Praxis ist, wenn ein Fahrer hinter einem Fahrzeug herfährt und der von ihm eingestellte Fahrpedalwert sich nahe der Zug-/Schub-Kennlinie als auch einer Rückschalt-Kennlinie befindet. In diesem Fall führt bereits eine geringe Vergrößerung der Fahrpedalstellung zu einer Rückschaltung bzw. eine leichte Freigabe zu einer Änderung der Schaltungsart von einer Zug-Rückschaltung in eine Schub-Rückschaltung. Dargestellt sind wiederum ein Kurvenverlauf gemäß dem Stand der Technik (gestrichelte Linie) und ein Kurvenverlauf gemäß der Erfindung (durchgezogene Linie). In Fig. 4C zeigt der Kurvenverlauf mit den Punkten A, B, C, D, E und F einen Verlauf gemäß dem Stand der Technik. In Fig. 4D zeigt der Kurvenverlauf mit den Punkten I, N, O und P ebenfalls einen Verlauf gemäß dem Stand der Technik. In Fig. 4E zeigt der Kurvenverlauf mit den Punkten Q, R, S, T und U ebenfalls einen Verlauf gemäß dem Stand der Technik. In Fig. 4C zeigt der Kurvenverlauf mit den Punkten A, B, C, G und H einen Verlauf gemäß der Erfindung. In Fig. 4D zeigt der Kurvenverlauf mit den Punkten I, K, L, M und P einen Verlauf gemäß der Erfindung. In Fig. 4E zeigt der Kurvenverlauf mit den Punkten Q, R, S und V ebenfalls einen Verlauf gemäß der Erfindung.

Im ersten Beispiel wird der Verlauf gemäß dem Stand der Technik beschrieben:

Zum Zeitpunkt  $t1$  übersteigt der DKI-Wert den Wert einer Rückschaltkennlinie. Dadurch wird die elektronische Getriebebesteuerung einen Rückschaltbefehl ausgeben, in Fig. 4B ist dies dargestellt, indem sich der Pegel des Signals SB von Eins nach Null verändert. Ebenfalls zum Zeitpunkt  $t1$  wird die erste Kupplung K1 von einem ersten Druckniveau, entsprechend dem Punkt I, auf ein zweites Druckniveau verringert. Zum Zeitpunkt  $t1$  bis zum Zeitpunkt  $t2$  wird die zweite Kupplung K2 mit dem Schnellfülldruck, Druckniveau entsprechend dem Punkt Q, beaufschlagt. Im Zeitraum  $t2$  bis  $t3$  läuft für die zweite Kupplung K2 die Füllausgleichsphase. Zum Zeitpunkt  $t3$  wird nun davon ausgegangen, da sich der DKI-Wert so stark verringert hat, sich die Schaltungsart ändert, d. h. zum Zeitpunkt  $t3$  wird aus der Zug-Rückschaltung eine Schub-Rückschaltung. Im Zeitpunkt  $t3$  wird die erste Kupplung K1 abgeschaltet. Zeitgleich beginnt für die zweite Kupplung K2 eine Druckrampe im Punkt R. Diese Druckrampe läuft bis zum Zeitpunkt  $t6$ . Danach wird das Druckniveau auf das des Punktes T erhöht. Zum Zeitpunkt  $t4$  wird nunmehr davon ausgegan-

gen, daß der DKI-Wert eine Hochschaltkennlinie überschreitet. Gemäß dem Stand der Technik wird jedoch zuerst die Rückschaltung vollständig ausgeführt, d. h., die Getriebeeingangsdrehzahl wird sich weiterhin vergrößern, bis sie zum Zeitpunkt  $t6$  den Synchronpunkt  $nT(i2)$  der zweiten Übersetzungsstufe erreicht. Zum Zeitpunkt  $t6$  wird dann das Druckniveau der zweiten Kupplung pK2 auf das Druckniveau entsprechend Punkt T erhöht. Danach folgt eine Sperrzeit bis zum Zeitpunkt  $t7$ . Zum Zeitpunkt  $t7$  wird die erste Kupplung bis zum Zeitraum  $t8$  mit Schnellfülldruck beaufschlagt, gefolgt von der Füllausgleichsphase bis zum Zeitpunkt  $t10$ . Ebenfalls zum Zeitpunkt  $t7$  wird das Druckniveau der zweiten Kupplung pK2 vom Druckniveau des Punktes T sehr stark verringert, entsprechend dem Druckniveau des Punktes U. Da sich der DKI-Wert bei etwa Null befindet, wird sich als Folge hiervon die Getriebeeingangsdrehzahl  $nT$  verkleinern. Zum Zeitpunkt  $t10$  wird das Druckniveau der ersten Kupplung pK1 auf das Niveau entsprechend dem Punkt P erhöht, so daß diese die Motorlast den Synchronpunkt der ersten Übersetzungsstufe übernimmt. Diese Druckerhöhung kann auch als Rampe ausgeführt sein.

Im zweiten Beispiel wird der Verlauf gemäß der Erfindung beschrieben:

Während des Zeitraumes  $t1$  bis  $t4$  sind die Verläufe entsprechend, wie zuvor beschrieben. Zum Zeitpunkt  $t4$ , also wenn die elektronische Getriebebesteuerung den Hochschaltbefehl ausgibt, wird die erste Kupplung bis zum Zeitraum  $t5$  mit dem Schnellfülldruck beaufschlagt. In Fig. 4B ändert sich der Signalpegel SB von Null nach Eins. Zeitgleich wird das Druckniveau der zweiten Kupplung rampenförmig vom Punkt S zum Punkt V reduziert. Aufgrund des lastlosen Zustandes wird sich sodann die Getriebeeingangsdrehzahl  $nT$  nicht mehr so stark erhöhen. Im Punkt G erreicht sie ihren Maximalwert. Im Zeitraum  $t5$  bis  $t9$  läuft die Füllausgleichsphase der ersten Kupplung. Im Zeitpunkt  $t9$  wird das Druckniveau der ersten Kupplung auf ein Druckniveau entsprechend dem Punkt M vergrößert, da die Getriebeeingangsdrehzahl  $nT$  den Synchronpunkt  $nT(i1)$  der ersten Übersetzungsstufe im Punkt H erreicht hat.

Zum Zeitpunkt  $t3$  wird eine Zeitstufe  $tR$  gestartet, siehe Fig. 4D. Diese Zeitstufe läuft bis zu einer maximalen Zeit, wobei jedem Wert der Zeitstufe eine Reduktionszeit zugeordnet ist. Die Schnellfüllzeit, Zeitraum  $t4$  bis  $t5$ , der bei der Hochschaltung jetzt wieder zuschaltenden ersten Kupplung K1 wird in Abhängigkeit dieser Reduktionszeit verändert.

Hierdurch wird dem Umstand Rechnung getragen, daß bei einer schnellen Abfolge einer Rückschaltung mit anschließender Hochschaltung die abschaltende bzw. bei der Hochschaltung wieder zuschaltende erste Kupplung K1 noch teilweise gefüllt ist. Über die variable Schnellfüllzeit wird somit erreicht, daß die eben nur teilweise entleerte Kupplung bei der Hochschaltung ohne Schaltruck komfortabel schließt.

Die erfindungsgemäße Lösung bietet den Vorteil, daß die Zug-Rückschaltung gefolgt von der Schub-Rückschaltung und anschließender Schub-Hochschaltung vor dem Zeitpunkt  $t10$ , nämlich zum Zeitpunkt  $t9$ , beendet ist. Gegenüber dem Stand der Technik ergibt sich somit als Zeitvorteil der Zeitraum  $t9$  bis  $t10$ . Da hier eine engere Anbindung des Getriebeverhaltens an den Leistungswunsch des Fahrers erzielt wird, wirkt das Getriebe dadurch spontaner.

Bei den beiden erfindungsgemäßen Ausführungen in Fig. 3 und 4 wurde von folgenden zusätzlichen Randbedingungen ausgegangen:

1. Der Verlauf des Gradienten der Getriebeeingangsdrehzahl  $nT$  liegt innerhalb eines vorgegebenen Drehzahlbandes.

2. Beim Erkennen des Abbruchkriteriums, dies entspricht dem DKI-Wert zum Zeitpunkt  $t_3$ , befindet sich der aktuelle Getriebeeingangsdrehzahlwert  $nT$  innerhalb eines vorgegebenen Drehzahlbereiches. Der Drehzahlbereich wird durch einen ersten (GW1) und einen zweiten (GW2) Grenzwert definiert. Der erste Grenzwert (GW1) ist hierbei eine Funktion des Synchron-drehzahlwertes der ersten Übersetzungsstufe. Der zweite Grenzwert (GW2) ist eine Funktion des Synchron-drehzahlwertes der zweiten Übersetzungsstufe. Diese beiden Grenzwerte können z. B. gemäß der folgenden Beziehung berechnet sein:

GW1:  $nT(i1) + \text{Offset}$   
 GW2:  $nT(i2) - \text{Offset}$   
 GW1: erster Grenzwert  
 GW2: zweiter Grenzwert  
 $nT(i1)$ : Synchron-drehzahlwert der ersten Übersetzungsstufe  
 $nT(i2)$ : Synchron-drehzahlwert der zweiten Übersetzungsstufe  
 Offset: absoluter Drehzahlwert, z. B. 200 1/min, oder relativ zur Differenz  $nT(i2) - nT(i1)$

#### Bezugszeichenliste

1 Antriebseinheit	
2 Antriebswelle	
3 hydrodynamischer Wandler	
4 Pumpenrad	30
5 Turbinenrad	
6 Leitrads	
7 Wandlerkupplung	
8 Turbinenwelle	
9 Ravigneaux-Satz	35
10 Freilauf FL1	
11 Planetenradsatz	
12 Getriebeausgangswelle	
13 elektronische Getriebesteuerung	
14 Micro-Controller	40
15 Speicher	
16 Funktionsblock Steuerung Stellglieder	
17 Funktionsblock Berechnung	
18 Turbinendrehzahl-Signal	
19 Getriebeausgangsdrehzahl-Signal	45
20 Eingangsgrößen	
21 hydraulisches Steuergerät	

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erhöhung der Spontanität eines elektro-hydraulisch gesteuerten Automatgetriebes, bei dem eine Schaltung ausgeführt wird, indem während eine erste Kupplung (K1) öffnet eine zweite Kupplung (K2) schließt, **dadurch gekennzeichnet**, daß während einer Rückschaltung von einer ersten (i1) in eine zweite (i2) Übersetzungsstufe diese nicht vollständig beendet wird und ein Wechsel zu einer Hochschaltung in die erste (i1) Übersetzungsstufe erfolgt, wenn ein Abbruchkriterium erkannt wird, wobei das Abbruchkriterium aus einer von einem Fahrer vorgebbaren Hochschaltungsanforderung bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während der Rückschaltung von der ersten (i1) in die zweite (i2) Übersetzungsstufe bei Erfülltsein des Abbruchkriteriums zusätzlich eine Zulässigkeit geprüft wird, die Zulässigkeit dann erfüllt ist, wenn ein aktueller Getriebeeingangsdrehzahlwert ( $nT(t)$ ) innerhalb ei-

nes Drehzahlbereiches mit einem ersten (GW1) und einem zweiten (GW2) Grenzwert ( $GW1 < nT(t) < GW2$ ) liegt, wobei der erste Grenzwert (GW1) eine Funktion des Synchron-drehzahlwertes der ersten Übersetzungsstufe ( $GW1 = f(nT(i1))$ ) darstellt bzw. der zweite Grenzwert eine Funktion des Synchron-drehzahlwertes der zweiten Übersetzungsstufe ( $GW2 = f(nT(i2))$ ) darstellt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich geprüft wird, ob der Verlauf des Gradienten der Getriebeeingangsdrehzahl ( $nT(\text{Grad})$ ) innerhalb eines vorgegebenen Drehzahlbandes liegt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausgabe des Abschaltbefehls für die erste Kupplung (K1) eine Zeitstufe ( $tR$ ) gestartet wird, die bis zu einer maximalen Zeit ( $tMAX$ ) läuft, wobei jedem Wert der Zeitstufe ( $tR$ ) eine Reduktionszeit zugeordnet ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schnellfüllzeit ( $tSF$ ) der bei der Hochschaltung jetzt wieder zuschaltenden ersten Kupplung (K1) in Abhängigkeit der Reduktionszeit verändert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnellfüllzeit ( $tSF$ ) sich in dem Sinne verändert, daß ein kleiner Wert der Zeitstufe ( $tR$ ) eine kurze Schnellfüllzeit ( $tSF$ ) bewirkt.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

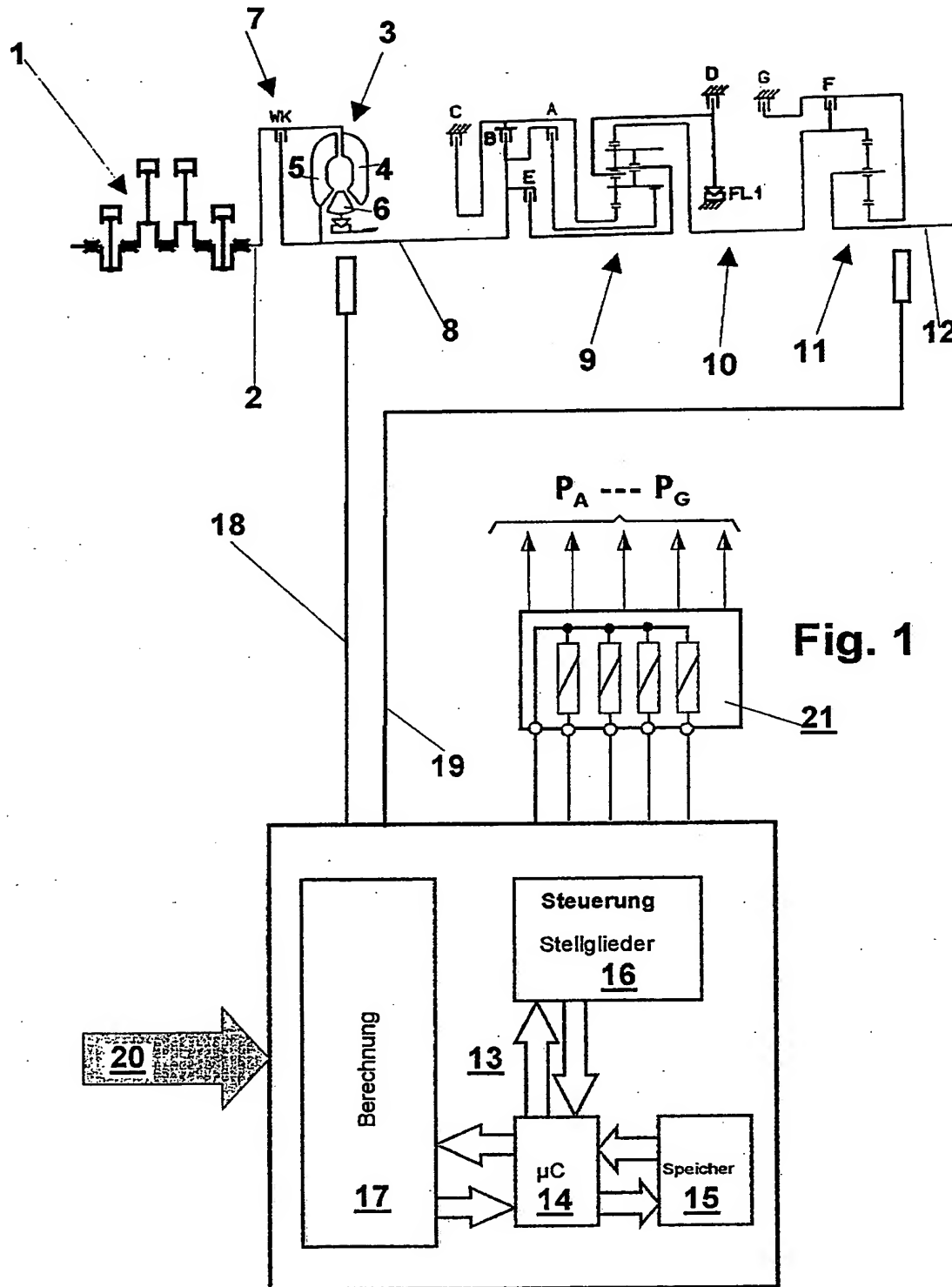


Fig. 1

Kupplungs - Logik								
POS/GANG	Kupplung							Freilauf
	A	B	C	D	E	F	G	1. G.
R = R-Gang		*		*			*	
N = Neutral						*	*	
D, 1. Gang	*						*	*
D, 2. Gang	*		*				*	
D, 3. Gang	*		*			*		
D, 4. Gang	*				*	*		
D, 5. Gang			*		*	*		
1, 1. Gang	*			*			*	*

\* - aktiv

Fig. 2



